

KARAKTERISTIK MESIN PENGERING EMPING JAGUNG ENERGI LISTRIK

THE CHARACTERISTIC OF THE CORN CHIPS DRYER MACHINE USING ELECTRICAL ENERGY

Doddy Purwadianto¹, Petrus Kanisius Purwadi²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
[1](mailto:purwadodi@gmail.com), [2](mailto:pkpurwadi1966@gmail.com)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik dari mesin pengering emping jagung. Karakteristik mesin meliputi: (a) lamanya waktu pengeringan emping jagung (b) kinerja atau COP dari mesin pengering emping jagung dan (c) daya total yang dipergunakan mesin pengering emping jagung yang menghasilkan pengeringan emping jagung tercepat. Mesin pengering emping jagung bekerja dengan siklus kompresi uap. Daya kompresor mesin pengering emping jagung sebesar 1 HP, bekerja dengan sumber daya dari energi listrik. Media yang dipergunakan untuk mengeringkan emping jagung adalah udara. Penelitian dilakukan secara eksperimen. Variasi penelitian dilakukan terhadap jumlah rak, jumlah kipas di dalam ruang pengering, dan sistem udara yang dipergunakan di dalam ruang pengeringan emping jagung. Kapasitas mesin untuk sekali pengeringan sebesar 10 kg emping jagung. Penelitian memberikan hasil (a) waktu pengeringan emping jagung tercepat selama 170 menit (b) kinerja atau COP mesin pengering emping jagung yang memberikan waktu pengeringan tercepat sebesar 11,45 (c) daya total yang diperlukan mesin pengering emping jagung sebesar 818,5 watt.

Kata kunci: emping jagung, mesin pengering, energi listrik, siklus kompresi uap

Abstract

This study aims to obtain the characteristics of the corn chips drying machine. The characteristics of the machine include (a) the length of time the corn chips are dried (b) the performance or COP of the corn chips dryer and (c) the total power used by the corn chips dryer which results in the fastest corn chips drying. Corn chips drying machine works with a vapor compression cycle. Compressors for corn chips are 1 HP, working with a source of electricity. The medium used to dry the corn chips is air. The study was conducted experimentally. Variations of research conducted on the number of racks, the number of fans in the drying chamber, and the air system used in the corn chips drying room. The capacity of the machine for one drying is 10 kg corn chips. The research results (a) the fastest corn chips drying time of 170 minutes (b) The performance or COP of the corn chips drying machine which gives the fastest drying time of 11.45 (c) the total power needed by the corn chips dryer machine is 818.5 watt.

Keywords: corn chips, dryer machine, electrical energy, vapor compression cycle

1. PENDAHULUAN

Bagi pengusaha yang bergerak pada bidang pembuatan makanan ringan, seperti pembuatan emping jagung, energi matahari memiliki peran yang sangat penting. Selama ini energi matahari merupakan kebutuhan pokok yang diperlukan untuk mengeringkan emping jagung hasil rebusan, sebelum bahan baku emping jagung digoreng. Untuk membuat emping jagung, jagung yang telah dilepas dari bonggolnya, direbus terlebih dahulu sehingga jagung menjadi lunak sesuai yang diinginkan. Jagung yang telah dimasak kemudian ditumbuk atau digilas sehingga bentuk per

jagungnya menjadi pipih. Jagung yang telah ditumbuk ini kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di luar rumah di atas terpal dengan mempergunakan energi matahari.

Proses pengeringan emping jagung dengan energi matahari dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama setelah emping jagung direbus dan belum diberi bumbu atau penyedap rasa dan tahap kedua setelah emping jagung diberi bumbu atau penyedap rasa. Pemberian penyedap rasa, dilakukan sebelum emping jagung mengalami kondisi yang sangat kering. Hal ini dilakukan agar bumbu dapat meresap dan masuk ke dalam emping jagung. Pemberian penyedap rasa pada emping jagung dimaksudkan agar ketika setelah emping jagung digoreng, emping jagung memiliki rasa gurih dan enak. Emping jagung yang telah selesai dijemur pada tahap kedua dengan energi matahari kemudian digoreng. Setelah digoreng, emping jagung siap untuk dikemas. Dalam kondisi emping jagung tidak panas, emping jagung dibungkus dan siap untuk dijual atau dipasarkan.

Cara pengeringan emping jagung hasil rebusan ini, selain cukup sederhana, juga aman dan ramah lingkungan. Tetapi cara ini memiliki kekurangan. Karena pengeringannya dilakukan di luar rumah dan di tempat yang terbuka, maka kemungkinan emping jagung dapat menjadi kotor dan tidak sehat, kotor terkena debu jalanan atau kotoran lain yang ada di dalam udara bebas. Pada musim hujan, pengusaha emping jagung juga akan merasakan kesulitan dalam mencari waktu yang tepat untuk mengeringkan emping jagung. Karena matahari sering tertutup awan atau kondisi cuaca mendung. Pada musim hujan, produksi emping jagung biasanya akan mengalami penurunan. Tentu hal ini merugikan, karena pendapatannya menurun. Sayangnya sampai saat ini belum ada mesin pengering yang tepat dan efektif yang dapat dipergunakan untuk mengeringkan emping jagung hasil rebusan.

Berangkat dari persoalan ini, penulis tertarik untuk merancang dan merakit mesin pengering yang cocok untuk mengeringkan emping jagung hasil rebusan melalui penelitian. Tentu saja tujuan akhirnya adalah untuk menyelesaikan persoalan yang telah dialami pengusaha emping jagung agar tidak mengalami kesulitan dalam mengeringkan emping jagung di musim hujan. Harapannya agar para pengusaha emping jagung dapat mempergunakan mesin pengering emping jagung hasil rebusan sesuai yang diinginkan kapan dan dimanapun tanpa harus mengandalkan keberadaan energi matahari.

Tujuan penelitian ini untuk: (a) mengetahui lamanya waktu yang diperlukan mesin pengering dalam mengeringkan emping jagung hasil rebusan (b) mengetahui besar kinerja atau COP dari mesin pengering jagung dan (c) mengetahui besarnya daya total yang dipergunakan oleh mesin pengering emping jagung.

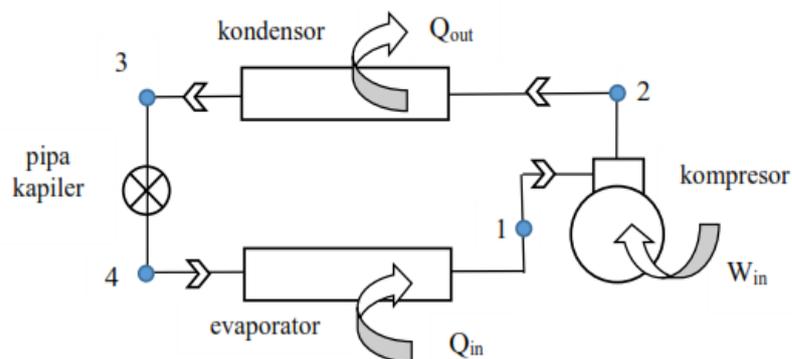
2. DASAR TEORI DAN METODOLOGI PENELITIAN

2.1 DASAR TEORI

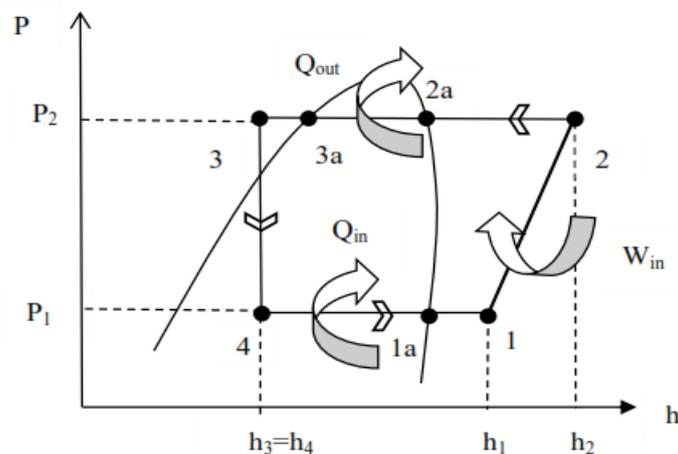
Mesin pengering emping jagung bekerja dengan melibatkan mesin siklus kompresi uap. Mesin siklus kompresi uap bekerja mempergunakan fluida kerja yang dinamakan dengan refrigeran. Komponen utama mesin siklus kompresi uap meliputi: kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator (Gambar 1). Untuk membersihkan refrigeran, ditambahkan komponen tambahan berupa filter yang ditempatkan diantara kondensor dan pipa kapiler. Beberapa peneliti juga telah mempergunakan siklus kompresi uap ini di dalam penelitiannya [1-10].

Siklus kompresi uap tersusun atas beberapa proses. Gambar 2 menyajikan proses proses yang terjadi pada siklus kompresi uap pada diagram P-h. Proses proses pada siklus kompresi uap, meliputi: (a) proses pendidihan refrigeran (proses 4-1a), yang berlangsung di dalam evaporator (b) proses *superheating* atau pemanasan lanjut (proses 1a-1) (c) proses kompresi (proses 1-2), yang

berlangsung di kompresor (d) proses *desuperheating* (proses 2-2a) (e) proses kondensasi, yang berlangsung di kondensor (proses 2a-3a) (f) proses *subcooling* atau pendinginan lanjut (proses 3a-3) dan (g) proses penurunan tekanan (proses 3-4), yang berlangsung di dalam pipa kapiler. Proses pemanasan lanjut dan pendinginan lanjut tidak harus ada. Bila proses pendinginan lanjut dan pemanasan lanjut ada, maka kedua proses ini akan dapat memberikan beberapa keuntungan (1) menaikkan kinerja mesin pengering (2) umur kompresor lebih lama dan (3) proses mengalirnya refrigeran ke dalam pipa kapiler lebih mudah.



Gambar 1 Rangkaian komponen siklus kompresi uap



Gambar 2 Siklus kompresi uap pada diagram P-h

Besarnya kalor yang diserap evaporator dari udara, persatuan massa refrigeran (Q_{in}) dapat dihitung dengan mempergunakan Persamaan (1). Besarnya kerja yang dilakukan kompresor persatuan massa refrigeran (W_{in}) dapat dihitung dengan Persamaan (2) dan besarnya kalor yang dilepas kondensor ke udara persatuan massa refrigeran (Q_{out}) dapat dihitung dengan Persamaan (3). Besarnya kalor yang dilepas kondensor merupakan penjumlahan kalor yang diserap evaporator ditambah dengan kerja kompresor

$$Q_{in} = h_1 - h_4 \quad (1)$$

$$W_{in} = h_2 - h_1 \quad (2)$$

$$Q_{out} = h_2 - h_3 \quad (3)$$

Pada Persamaan (1), (2) dan (3), h_1 , h_2 , h_3 dan h_4 berturut turut adalah entalpi refrigeran masuk kompresor, entalpi refrigeran keluar kompresor, entalpi keluar dari kondensor, dan entalpi refrigeran masuk evaporator. Bila unjuk kerja atau kinerja atau *Coefficient of Performance* (COP) dari mesin dinyatakan dengan besarnya energi yang berguna dibandingkan dengan besarnya energi yang diperlukan, maka kinerja mesin pengering dapat dihitung dengan Persamaan (4) :

$$COP = (Q_{in} + Q_{out}) / (W_{in}) \quad (4)$$

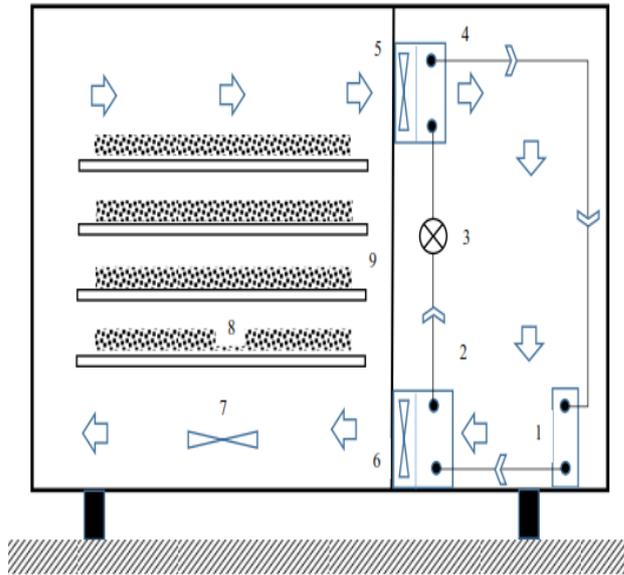
Pada mesin pengering emping jagung, besarnya kalor yang diserap evaporator (Q_{in}) menyebabkan kondisi udara memiliki kelembaban spesifik yang rendah, dan besarnya kalor yang dilepas kondensor (Q_{out}) menyebabkan udara memiliki suhu yang tinggi. Daya listrik total yang diperlukan mesin pengering emping jagung dapat diketahui dengan menjumlahkan kebutuhan listrik yang dipergunakan untuk menggerakkan kompresor, menggerakkan kipas evaporator, menggerakkan kipas kondensor dan kipas yang berada di ruang pengering.

Mesin pengering emping jagung yang dipergunakan di dalam penelitian ini bekerja dengan energi listrik. Energi listrik dipergunakan untuk menggerakkan kompresor pada mesin siklus kompresi uap. Mesin pengering memiliki 2 ruangan (Gambar 3), ruangan mesin siklus kompresi uap dan ruangan pengeringan. Ukuran keseluruhan mesin pengering emping jagung: 225 cm x 145 x 115 cm. Di dalam ruangan mesin siklus kompresi uap terdapat komponen komponen mesin : kompresor, evaporator, kondensor, pipa kapiler, filter, kipas kondensor dan kipas evaporator. Di dalam ruang pengering, terdapat rak rak yang dipergunakan untuk tempat peletakan emping jagung yang akan dikeringkan. Selain rak, di dalam ruang pengering juga terdapat kipas, yang berfungsi untuk meratakan aliran udara, agar udara mengalir melewati seluruh permukaan emping jagung yang akan dikeringkan. Sistem udara yang dipergunakan pada mesin pengering jagung mempergunakan sistem terbuka dan tertutup. Sistem udara terbuka artinya udara yang telah dipergunakan untuk mengeringkan emping jagung, dibuang keluar dari ruang pengering emping jagung dan tidak dipergunakan kembali. Sistem udara tertutup, udara yang telah dipergunakan untuk mengeringkan emping jagung disirkulasikan ulang dan dipergunakan kembali untuk mengeringkan emping jagung

2.2 METODOLOGI PENELITIAN

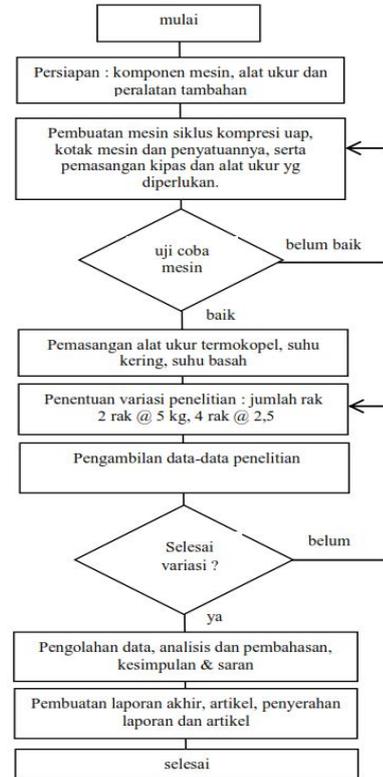
Penelitian dilakukan secara eksperimen. Objek penelitiannya adalah mesin pengering emping jagung rakitan sendiri. Objek yang dikeringkan adalah emping jagung hasil rebusan. Gambar 3 menyajikan sketsa dari mesin pengering emping jagung yang diuji. Penelitian dilakukan dengan mengikuti diagram alir penelitian seperti yang tersaji pada Gambar 4. Mesin pengering emping jagung mempergunakan mesin yang bekerja dengan siklus kompresi uap, dengan mempergunakan refrigeran R134a. Daya kompresor sebesar 1 HP. Kipas evaporator memiliki daya sebesar 15 watt, sedangkan kipas kondensor memiliki daya sebesar 17,5 watt. Emping jagung ditempatkan di atas rak, dan berada di dalam ruang pengering. Penelitian dilakukan, dengan memvariasikan jumlah rak, jumlah kipas, dan sistem udara yang dipergunakan untuk mengeringkan jagung. Untuk jumlah rak: (a) dengan 2 rak dan (b) dengan 4 rak. Untuk jumlah kipas: (a) tanpa kipas (b) dengan 2 kipas (@ 20 watt. Untuk sistem udara: (a) sistem udara tertutup (b) sistem udara terbuka. Media yang dipergunakan untuk mengeringkan jagung adalah udara yang memiliki sifat kering dan panas.

Pencatatan waktu pengeringan dimulai saat emping jagung hasil rebusan mulai dikeringkan sampai dengan saat emping jagung memiliki berat kering yang sama dengan berat kering yang dihasilkan dengan energi matahari yang siap untuk digoreng (dalam hal ini sebesar 5,6 kg, untuk kondisi emping basah awal sebesar 10 kg).



- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1 Kompresor | 6 Kipas Evaporator |
| 2 Kondensator | 7 Kipas Ruang |
| 3 Pipa Kapiler | 8 Jagung rebusan |
| 4 Evaporator | 9 Rak jagung |
| 5 Kipas Kondensator | |

Gambar 3 Skematik mesin pengering jagung sistem udara tertutup



Gambar 4 Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengambilan data penelitian disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Tabel 1 menyajikan data untuk lamanya waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan emping jagung dengan sistem udara tertutup. Tabel 2 menyajikan data untuk lamanya waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan emping jagung dengan sistem udara terbuka.

Dari Tabel 1, nampak bahwa jumlah rak yang dipergunakan untuk mengeringkan jagung berpengaruh terhadap waktu pengeringan 10 kg jagung. Untuk 2 rak, dengan 1 rak bermuatan masing masing 5 kg jagung, memerlukan waktu pengeringan yang lebih lama dibandingkan bila mempergunakan 4 rak, dengan 1 rak bermuatan masing masing 2,5 kg. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan luas permukaan emping jagung yang dapat bersentuhan dengan udara pengering. Semakin luas permukaan jagung yang dapat bersentuhan dengan udara pengering, semakin cepat waktu yang diperlukan untuk mengeringkan jagung. Untuk pengeringan dengan 4 rak, pada kenyataannya memang luas permukaan emping jagung yang bersentuhan dengan udara pengering lebih luas dibandingkan dengan yang dengan 2 rak. Emping jagung lebih tidak saling bertumpukan. Dengan permukaan yang lebih luas, memudahkan massa air yang berada di dalam emping jagung

keluar dari emping jagung dan menguap ke udara. Dengan demikian, semakin banyak rak yang dipergunakan semakin cepat jagung akan kering. Hanya saja, jumlah rak yang dapat dipasang di dalam ruang pengering tentu terbatas, sesuai dengan tinggi ruang pengering, dan jarak optimal antar rak yang mungkin. Dengan semakin luas permukaan yang bersentuhan dengan udara pengering, menyebabkan pula suhu emping jagung memiliki suhu yang lebih merata dan lebih tinggi. Dengan suhu emping yang merata dan lebih tinggi, memudahkan air di dalam emping jagung mudah menguap. Semakin tinggi suhu air, semakin memudahkan air menguap.

Tabel 1. Waktu pengeringan emping jagung, sistem udara tertutup

No	Jumlah rak (jumlah kipas)	Berat emping jagung awal per rak	Berat total emping jagung yang dikeringkan	Berat total emping jagung kering	Waktu pengeringan emping jagung
1	2 rak (2 kipas)	5 kg	10 kg	5,6 kg	190 menit
	2 rak (tanpa kipas)	5 kg			240 menit
2	4 rak (2 kipas)	2,5 kg	10 kg	5,6 kg	170 menit
	4 rak (tanpa kipas)	2,5 kg			235 menit

Tabel 2. Waktu pengeringan emping jagung, sistem udara terbuka

No	Jumlah rak (jumlah kipas)	Berat emping jagung awal per rak	Berat total emping jagung yang dikeringkan	Berat total emping jagung kering	Waktu pengeringan emping jagung
1	2 rak (2 kipas)	5 kg	10 kg	5,6 kg	205 menit
	2 rak (tanpa kipas)	5 kg			256 menit
2	4 rak (2 kipas)	2,5 kg	10 kg	5,6 kg	185 menit
	4 rak (tanpa kipas)	2,5 kg			252 menit

1.

Tabel 3. Nilai Q_{in} , W_{in} , Q_{out} dan Daya total (untuk sistem udara tertutup)

No	Jumlah rak	T_{evap} °C	T_{kond} °C	Q_{in} (kJ/kg)	W_{in} (kJ/kg)	Q_{out} (kJ/kg)	COP
1	2 rak (2 kipas)	6	48	133,53	25,99	159,52	11,28
2	4 rak (2 kipas)	7	49	132,56	25,38	157,94	11,45

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa adanya kipas di dalam ruang pengeringan emping jagung berpengaruh terhadap lamanya waktu yang diperlukan untuk mengeringkan jagung. Adanya kipas ternyata membuat proses pengeringan emping jagung menjadi lebih cepat. Hal ini disebabkan karena kondisi udara di dalam ruang pengering menjadi lebih merata. Selain itu kecepatan aliran udara yang melintasi permukaan emping jagung semakin cepat. Dengan semakin cepat dan meratanya aliran udara, maka nilai koefisien perpindahan kalor konveksi juga akan semakin meningkat. Akibatnya laju perpindahan kalor konveksi juga ikut semakin besar. Laju perpindahan kalor yang meningkat menyebabkan suhu emping jagung meningkat, dan menyebabkan mudahnya proses penguapan air yang ada di emping jagung. Juga dengan aliran udara yang cepat, kelembapan spesifik udara yang melintasi emping jagung segera berganti dengan kondisi udara baru yang memiliki udara dengan kelembapan spesifik rendah pula. Semakin rendah kelembapan spesifik semakin cepat emping jagung akan kering, karena kemampuan udara menyerap air yang ada di dalam emping jagung semakin besar. Dengan prinsip ini, maka semakin banyak kipas yang dipergunakan, proses pengeringan emping jagung akan semakin cepat. Hanya

saja, semakin banyak kipas yang dipasang, daya listrik yang diperlukan untuk menggerakkan kipas juga semakin besar.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem udara tertutup memberikan waktu pengeringan yang lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan sistem udara terbuka. Hal ini disebabkan karena kondisi udara yang dihasilkan di dalam ruang pengeringan emping jagung berbeda. Untuk sistem udara tertutup, suhu udara di dalam ruang pengering, memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi dengan sistem udara terbuka. Dengan suhu udara yang lebih, menyebabkan air yang ada di dalam emping jagung mudah keluar dan mudah menguap.

Dari Tabel 3, dapat diketahui karakteristik mesin pengering emping jagung. Bila memergunakan 4 rak, suhu kerja evaporator dan suhu kerja kondensor lebih tinggi dibandingkan suhu kerja evaporator dan suhu kerja kondensor untuk 2 rak, akibatnya nilai entalpi refrigeran masuk kompresor, nilai entalpi refrigeran keluar kompresor, nilai entalpi masuk pipa kapiler dan nilai entalpi masuk evaporator yang dihasilkan berbeda. Tampak dari Tabel 4, kinerja mesin pengering, yang dalam hal ini diperlihatkan dari nilai COPnya, COP untuk mesin pengering emping jagung dengan memergunakan 4 rak lebih besar dibandingkan dengan yang memergunakan 2 rak, yaitu sebesar 11,24.

4. KESIMPULAN

Mesin pengering emping jagung hasil rebusan dapat bekerja dengan baik, mampu mengeringkan jagung dengan lancar tanpa ada kendala. Waktu tercepat untuk mengeringkan 10 kg jagung, ketika rak yang dipergunakan berjumlah 4, memergunakan 2 kipas dan dengan sistem udara tertutup, dengan waktu pengeringan 170 menit. Mesin pengering emping jagung yang memberikan waktu pengeringan tercepat memiliki COP sebesar 11,45, dengan total daya yang diperlukan sebesar 818,5 watt

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mitsunori T, et al., 2013, Dehumidifying and heating apparatus and clothes drying machine using the same, European Patent specification, EP 2 468 948 B1, 27.11.2013
- [2] Balioglu, et al., 2013, *Heat Pump Laundry Dryer Machine*, Patent Application Publication, Pub. No: US 2013/0047456 A1, Apr.
- [3] Bison, et al., 2012, *Heat Pump Laundry Dryer and a Method for Operating a Heat Pump Laundry Dryer*, Patent Application Publication, Pub. No: US 2012/0210597 A1.
- [4] Kusbandono, W dan Purwadi, PK. 2016. *Pengaruh adanya kipas yang mengalirkan udara melintasi kondensor terhadap COP dan efisiensi mesin pendingin showcase*, <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/472>
- [5] Kusbandono, W dan Purwadi, PK. 2015. *COP Mesin pendingin refrigeran sekunder*, <https://e-journal.usd.ac.id/index.php/JP/article/view/995>.
- [6] Wijaya, K dan Purwadi, PK. 2016. *Mesin pengering handuk dengan energi listrik*, <https://mekanika.ft.uns.ac.id/index.php/mk/article/view/455>
- [7] Purwadi, PK dan Kusbandono, W. 2015. *Mesin pengering pakaian energi listrik dengan memergunakan siklus kompresi uap*, <http://eprints.ulm.ac.id/770/>
- [8] Purwadi, PK dan Kusbandono, W. 2015. *Inovasi mesin pengering pakaian yang praktis, aman dan ramah lingkungan*, <http://jurnal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/915>
- [9] Purwadi, PK dan Kusbandono, W. 2016. *Pengaruh kipas terhadap waktu dan laju pengeringan mesin pengering pakaian*, <https://www.neliti.com/publications/132305/pengaruh-kipas-terhadap-waktu-dan-laju-pengeringan-mesin-pengering-pakaian>.

- [10] Purwadi, PK dan Kusbandono, W. 2016. *Peningkatan waktu pengeringan dan laju pengeringan pada mesin pengering pakaian energi listrik*, <https://scholar.google.com/citations?user=4T0J8I0AAAAJ&hl=id&oi=sra>